

09/831968

JC18 Rec'd PCT/PTO 1 6 MAY 2001

<docket no>

UNITED STATES PATENT & TRADEMARK OFFICE

Re: Application of: **Andreas KRAETZSCHMAR, et al.**
Serial No.: To Be Assigned
Filed: Herewith
For: **SELF-RECOVERING CURRENT-LIMITING DEVICE
WITH LIQUID METAL**

LETTER RE: PRIORITY

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

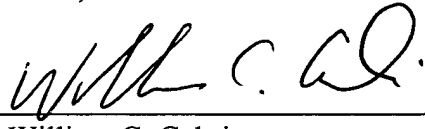
May 16, 2001

Sir:

Applicant hereby claims priority of ^{German}~~International~~ Application Serial No. 198 53 577.5,
filed November 20, 1998.

Respectfully submitted,

DAVIDSON, DAVIDSON & KAPPEL, LLC

By 
William C. Gehris
Reg. No. 38,156

Davidson, Davidson & Kappel, LLC
485 Seventh Avenue, 14th Floor
New York, New York 10018
(212) 736-1940

509188140

1952 11 11

EU

REC'D 21 DEC 1999	
WIPO	PCT



EP99/8799

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Bescheinigung

Die Klöckner-Moeller GmbH in Bonn/Deutschland hat eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall"

am 20. November 1998 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Der Firmenname der Anmelderin wurde geändert in:
Moeller GmbH.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol H 01 H 29/04 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 23. November 1999
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

W. Wanner

Wanner

Patentzeichen: 198 53 577.5

Zusammenfassung

Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall

5

Die Erfindung betrifft eine selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall. Sie enthält zwei bezüglich der Längsachse (3) der Strombegrenzungseinrichtung (1) rotationssymmetrische Elektroden (11, 12) aus Festmetall und mehrere teilweise mit Flüssigmetall (8) aufgefüllte, zwischen den Elektroden (11, 12) hintereinander liegende Verdichterräume (4), die durch druckfeste Isolierkörper (5, 7) und durch diese gehaltene isolierende Zwischenwände (6) mit mehreren kreisförmig verteilten Verbindungskanälen (9) gebildet werden. Das zu lösende Problem besteht in der Erweiterung der Gebrauchslagen. Dazu weisen die Elektroden (11, 12) über Durchbrüche (16) mit den benachbarten Verdichterräumen (4) verbundene Hohlräume (14) auf, die je nach Gebrauchslage von dem Flüssigmetall (8) ausreichend benetzt bis vollständig gefüllt sind.

10

15

Fig. 1

20

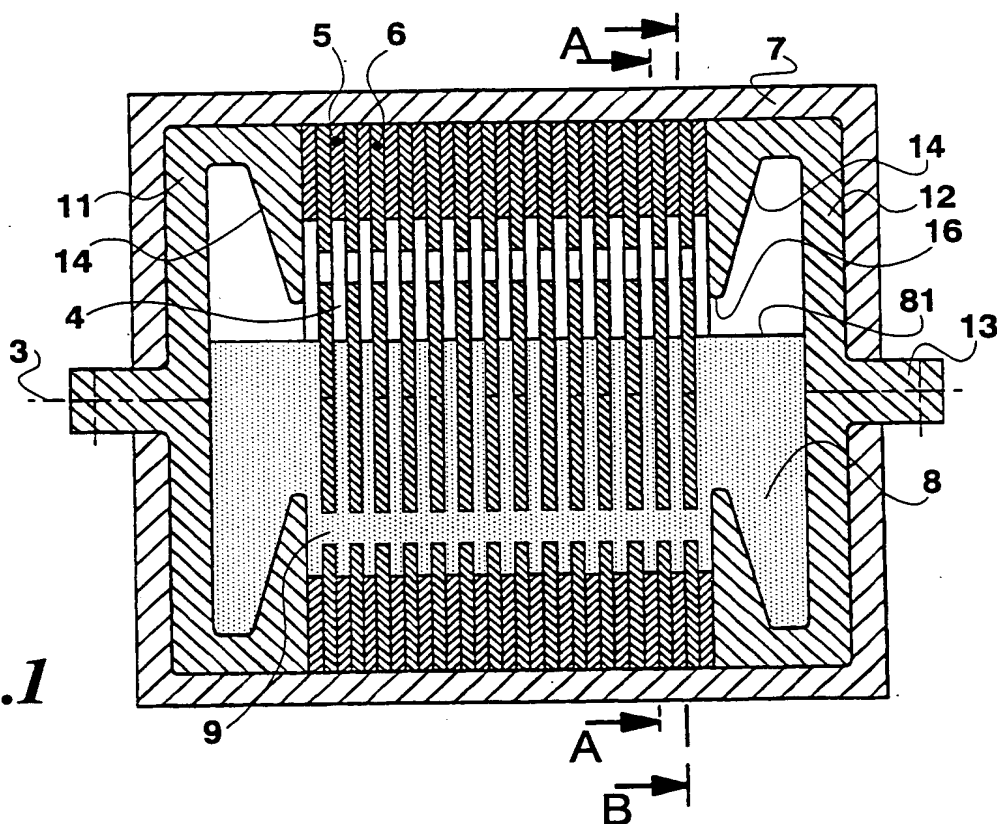


Fig.1

B e s c h r e i b u n g**Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall**

5

Die Erfindung betrifft eine selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

10

15

20

25

30

Aus der Druckschrift SU 922 911 A ist eine selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung bekannt, die zwei zum Inneren der Strombegrenzungseinrichtung eben ausgebildete Elektroden aus Festmetall enthält, die durch als zylindrisches, druckfestes Isoliergehäuse ausgebildete erste Isolierkörper getrennt sind. Innerhalb des Isoliergehäuses sind durch isolierende Zwischenwände und dazwischen angeordnete zweite Isolierkörper, die als ringförmige Dichtscheiben ausgebildet sind, mit Flüssigmetall teilweise aufgefüllte, hintereinander liegende Verdichterräume ausgebildet, die untereinander über mit Flüssigmetall ausgefüllte, außermittig angeordnete Verbindungskanäle der Zwischenwände verbunden sind. Damit besteht im Normalbetrieb über das Flüssigmetall eine durchgehende innere leitende Verbindung zwischen den Elektroden. Im Strombegrenzungsfall wird infolge der hohen Stromdichte schlagartig das Flüssigmetall aus den Verbindungskanälen verdrängt. Damit ist die elektrische Verbindung der Elektroden über das Flüssigmetall unterbrochen, was zur Begrenzung des Kurzschlußstromes führt. Nach Abschaltung oder Beseitigung des Kurzschlusses füllen sich die Verbindungskanäle wieder mit Flüssigmetall, worauf die Strombegrenzungseinrichtung erneut betriebsbereit ist. In der Druckschrift DE 40 12 385 A1 wird als Medium über dem Flüssigkeitsspiegel Vakuum, Schutzgas oder eine isolierende Flüssigkeit erwähnt. Zur Verbesserung der Begrenzungseigenschaften sind nach Druckschrift SU 1 076 981 A die Verbindungskanäle benachbarter Zwischenwände gegeneinander versetzt angeordnet. Es ist nach Druckschrift DE 26 52 506 A1 bekannt, bei Kontakteinrichtungen Gallium-Legierungen, insbesondere Gallium-Indium-Zinn-Legierungen (GaInSn-Legierungen) zu verwenden. Von Nachteil ist, daß die bekannten Strombegrenzungseinrichtungen nur in waagerechten und ge-

ring davon abweichenden Gebrauchslagen funktionieren. Eine bekannte Strombegrenzungseinrichtung nach Druckschrift SU 1 094 088 A ist mit Zwischenwänden, in denen mehrere Verbindungskanäle kreisförmig um die Mittelachse ausgebildet sind, sowie mit zwischen den Zwischenwänden angeordneten kupfernen Trennwänden, die zwecks Kühlung des Flüssigmetalls nach außen geführt sind, ausgestattet. Diese Strombegrenzungseinrichtung erlaubt Gebrauchslagen bei Drehungen bis zu 360° um die horizontale Mittelachse und Neigungen bis zu 50° gegenüber der Horizontalen, was allerdings nur in Verbindung mit den in nachteiliger Weise potentialbehafteten Trennwänden ermöglicht wird, wobei wegen dieser Trennwände die Verdichterräume in aufwendiger Weise einzeln mit Flüssigmetall zu füllen sind.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, in fertigungs- und anwenderfreundlicher Weise den Bereich der Gebrauchslagen zu erweitern.

Ausgehend von einer Strombegrenzungseinrichtung der eingangs genannten Art wird die Aufgabe erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des unabhängigen Anspruches gelöst, während den abhängigen Ansprüchen vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung zu entnehmen sind.

Durch die Hohlräume der Elektroden wird ein zusätzlicher Raum geschaffen, der als Reservoir für Flüssigmetall dient, das bei Veränderung der Gebrauchslage an anderer Stelle zur Verfügung steht und damit der hinreichenden Funktionstüchtigkeit der Strombegrenzungseinrichtung dient. In der waagerechten Gebrauchslage, das heißt bei horizontal ausgerichteter Längsachse der Strombegrenzungseinrichtung, ist die Ausfüllung der Hohlräume und die Benetzung der für die Stromübertragung maßgeblichen Oberflächen mit Flüssigmetall für beide Elektroden gleich. Bei Neigung der Längsachse leert sich durch die Schwerkraft der Hohlraum der nach oben gelangenden Elektrode in dem Maße von Flüssigmetall, wie sich der Hohlraum der nach unten gelangenden Elektrode mit Flüssigmetall füllt, bis sich bei weiter zunehmender Neigung der Hohlraum der unteren Elektrode vollständig mit Flüssigmetall füllt und sich der Hohlraum der oberen Elektrode im Extremfall vollständig entleert,

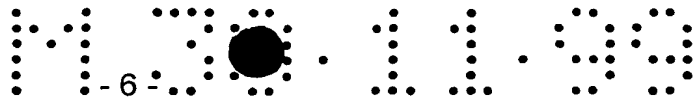
diese Elektrode jedoch noch ausreichend vom Flüssigmetall benetzt ist. Eine entsprechende Umverteilung der Füllmenge findet in den Verdichterräumen statt, wobei durch die mehrfach pro Zwischenwand angeordneten Verbindungs-
5 kanäle gewährleistet ist, daß bei allen vorgesehenen Gebrauchslagen jede Zwischenwand mit wenigstens einem ihrer Verbindungskanäle mit dem Flüssigmetall in Verbindung steht. Der rotationssymmetrische Aufbau der Strombegrenzungseinrichtung bewirkt in jeder Neigungslage bei einer zusätz-
10 lichen Verdrehung um die Längsachse keine effektive Veränderung der Verteilung des Flüssigmetalls in den Hohlräumen und in den Verdichterräumen, so daß bei Normalbetrieb in allen möglichen Gebrauchslagen eine ausrei-
chende elektrische Verbindung zwischen den Elektroden besteht. Die nicht mit dem Flüssigmetall in Verbindung stehenden Verbindungskanäle dienen einer-
15 seits beim Befüllen der Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall zur gleichmäßigen Entlüftung der Verdichterräume und andererseits während und nach einem Kurzschlußfall zum Druckausgleich zwischen benachbarten Ver-
dichterräumen.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Hohlräume bestehen zum einen in einer topfartig, sich konisch verjüngenden und zum anderen in einer doppeltopfarti-
20 gen zylindrischen Ausbildung. Im letzteren Fall kann durch den jeweils äußeren Hohlraum ein flacher Anschlußleiter reichen, der zur Erhöhung der Formbe-
ständigkeit die gesamte Breite des äußeren Hohlraumes einnimmt, wobei eine weiterer Durchbruch zur Umverteilung des Flüssigmetalls in dem äußeren
Hohlraum beim Neigen und beim Verdrehen der Strombegrenzungseinrich-
25 tung dient. Eine versetzte Anordnung der Verbindungskanäle benachbarter Zwischenwände verhindert das Brennen eines langen Lichtbogens über alle Verdichterräume und zwingt dagegen zur Aufteilung in mehrere, wirksamer
begrenzende Teillichtbögen. GaInSn-Legierungen als zu verwendendes Flüs-
sigmetall sind einfach zu handhaben durch ihre physiologische Unbedenklich-
30 keit. Eine Legierung aus 660 Gewichtsanteilen Gallium, 205 Gewichtsanteilen Indium und 135 Gewichtsanteilen Zinn ist bei Normaldruck von 10°C bis 2000°C flüssig und besitzt eine ausreichende elektrische Leitfähigkeit.

Weitere Einzelheiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus dem folgenden, anhand von Figuren erläuterten Ausführungsbeispielen. Es zeigen

- Figur 1: im Längsschnitt eine erste Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strombegrenzungseinrichtung in horizontaler Lage;
- Figur 2: die Strombegrenzungseinrichtung nach Fig. 1 in vertikaler Lage;
- Figur 3: im Längsschnitt eine zweite Ausführungsform der erfindungsgemäßen Strombegrenzungseinrichtung in horizontaler Lage;
- Figur 4: die Strombegrenzungseinrichtung nach Fig. 3 in vertikaler Lage;
- Figur 5: im Querschnitt A-A die Strombegrenzungseinrichtung nach Fig. 1 oder Fig. 3;
- Figur 6: im Querschnitt B-B die Strombegrenzungseinrichtung nach Fig. 1 oder Fig. 3
- Die Strombegrenzungseinrichtung 1 nach Fig. 1 und Fig. 2 enthält zu beiden Seiten je eine Elektrode 11 bzw. 12 aus Festmetall, vorzugsweise Kupfer, die bezüglich der Längsachse 3 der Strombegrenzungseinrichtung 1 rotations-symmetrisch ausgebildet ist und in einen äußeren Anschlußleiter 13 übergeht. Zwischen den Elektroden 11 und 12 befinden sich mehrere Verdichterräume 4, die durch eine entsprechende Anzahl von ringförmigen Dichtscheiben 5 aus Isolierstoff sowie von isolierenden Zwischenwänden 6 gebildet werden. Durch ein Isoliergehäuse 7 werden die Elektroden 11 und 12, die Dichtscheiben 5 und die Zwischenwände 6 gehalten, wobei bekannte Mittel zum Abdichten der Verdichterräume 4 und zum kraftschlüssigen Verbinden der im Isoliergehäuse 7 gelagerten Elemente 5, 6, 11 und 12 vorgesehen, jedoch aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht dargestellt sind. Die Mittel zum Abdichten können beispielsweise Dichtringe zwischen den Dichtscheiben 5 und den Zwischenwänden 6 sein. Die beiden äußeren Verdichterräume 4 werden seitlich jeweils durch eine der Elektroden 11 bzw. 12 sowie durch eine Zwischenwand 6 begrenzt. Die inneren Verdichterräume 4 werden seitlich jeweils durch zwei Zwischenwände 6 begrenzt. Die Dichtscheiben 5 und das im allgemeinen mehrteilige Isoliergehäuse 7 sind druckfeste Isolierkörper. Alle Verdichterräume 4 sind wenigstens teilweise mit einem Flüssigmetall 8, beispielsweise einer

GalnSn-Legierung ausgefüllt. Oberhalb des Flüssigmetalls 8 befindet sich beispielsweise Vakuum. Die Zwischenwände 6 sind mit Verbindungskanälen 9 versehen. Mindestens ein Verbindungskanal 9 jeder Zwischenwand 6 ist mit Flüssigmetall 8 gefüllt, so daß zwischen den Elektroden 11 und 12 eine durchgehende elektrisch leitende Verbindung besteht. Die Zwischenwände 6 weisen jeweils mehrere kreisförmig um die Längsachse 3 angeordnete Verbindungskanäle 9 auf, die gemäß Fig. 5 und Fig. 6 zwischen benachbarten Zwischenwänden 6 um einen bestimmten Winkelbetrag versetzt sind, um im Strombegrenzungsfall einen durchgehenden Lichtbogen zu verhindern. Die Elektroden 11 und 12 sind erfindungsgemäß mit einem topfartigen Hohlraum 14 ausgestattet, der sich konisch verjüngend über einen Durchbruch 16 mit dem jeweils benachbarten Verdichterraum 4 verbunden ist. Über die Durchbrüche 16 sowie über die Verbindungskanäle 9 verteilt sich das Flüssigmetall 8 über die Hohlräume 14 der Elektroden 11, 12 sowie über die Verdichterräume 4 je nach Gebrauchslage der Strombegrenzungseinrichtung 1. Die Hohlräume 14 sind dabei mehr oder weniger mit Flüssigmetall 8 ausgefüllt. Bei der in Fig. 1 dargestellten horizontalen Lage der Strombegrenzungseinrichtung 1 ist das Flüssigmetall 8 gleichmäßig sowohl über beide Hohlräume 14 der Elektroden 11 und 12 als auch über alle Verdichterräume 4 verteilt. In dieser Lage ist bei jeder Elektrode 11 und 12 sowohl ein großer Teil der inneren Oberfläche des Hohlraumes 14 als auch die an den benachbarten Verdichterraum 4 grenzende Oberfläche vom Flüssigmetall 8 benetzt. Weiterhin befindet sich in dieser Lage der größte Teil der Verbindungskanäle 9 unterhalb des Flüssigkeitsspiegels 81, während der restliche Teil sich oberhalb davon befindet. Bei der in Fig. 2 dargestellten, extrem von der horizontalen Lage abweichenden vertikalen Lage der Strombegrenzungseinrichtung 1 hat sich der Hohlraum 14 der nach unten gelangten Elektrode 11 vollständig mit Flüssigmetall 8 gefüllt, während der Hohlraum 14 der nach oben gelangten Elektrode 12 zum größten Teil vom Flüssigmetall 8 entleert ist, wobei allerdings noch ein ausreichender Teil der Oberfläche der oberen Elektrode 12, nämlich vollständig die an den benachbarten Verdichterraum 4 angrenzende Oberfläche und der Durchbruch 16, von Flüssigmetall 8 benetzt ist. Weiterhin befinden sich sämtliche Verbindungskanäle 9 aller Zwischenwände 6 unterhalb des Flüssig-

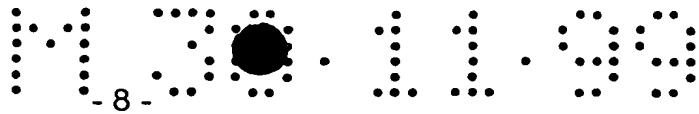


keitsspiegels 82, der im Bereich des Durchbruches 16 der oberen Elektrode 12 verläuft.

5 Von der zuvor beschriebenen Strombegrenzungseinrichtung 1 unterscheidet sich die in Fig. 3 und Fig. 4 dargestellte Strombegrenzungseinrichtung 2 durch die Ausbildung der Elektroden 21 und 22. Die Elektroden 21 und 22 sind erfindungsgemäß doppeltopfartig ausgebildet. Sie besitzen jeweils einen zum angrenzenden Verdichterraum 4 hin offenen zylindrischen inneren Hohlraum 25 und einen davon durch eine Trennwand 27 abgeteilten zylindrischen äußeren Hohlraum 24. Der äußere Hohlraum 24 kommuniziert mit dem benachbarten inneren Hohlraum 25 über mehrere Durchbrüche 26, die in der Trennwand 27 kreisförmig um die Längsachse 3 angeordnet sind. Von der Trennwand 27 jeder Elektrode 21 bzw. 22 erstreckt sich jeweils ein flacher Anschlußleiter 23, der den äußeren Hohlraum 24 in zwei Teilräume 241 und 242 teilt, die über mindestens einen weiteren Durchbruch 28 im Anschlußleiter 23 verbunden sind. Über die Durchbrüche 26, 28 sowie über die Verbindungskanäle 9 verteilt sich das Flüssigmetall 8 über die Hohlräume 24, 25 der Elektroden 21, 22 sowie über die Verdichterräume 4 je nach Gebrauchslage der Strombegrenzungseinrichtung 2. Bei der in Fig. 3 dargestellten horizontalen Lage der Strombegrenzungseinrichtung 2 ist das Flüssigmetall 8 gleichmäßig jeweils über die äußeren Hohlräume 24 und die inneren Hohlräume 25 beider Elektroden 21 und 22 sowie gleichmäßig über alle Verdichterräume 4 verteilt. In dieser Lage ist bei jeder Elektrode 21 und 22 ein großer Teil der inneren Oberflächen der Hohlräume 24 und 25 vom Flüssigmetall 8 benetzt. Weiterhin befindet sich in dieser Lage der größte Teil der kreisförmig angeordneten Verbindungskanäle 9 unterhalb des Flüssigkeitsspiegels 83, während der restliche Teil sich oberhalb davon befindet. Bei der in Fig. 4 dargestellten, extrem von der horizontalen Lage abweichenden vertikalen Lage der Strombegrenzungseinrichtung 2 haben sich die Hohlräume 24 und 25 der nach unten gelangten Elektrode 21 vollständig mit Flüssigmetall 8 gefüllt, während der äußere Hohlraum 24 der nach oben gelangten Elektrode 22 vollständig vom Flüssigmetall 8 entleert ist, wobei allerdings die vollständige Füllung des inneren Hohlraumes 25 für eine ausreichende Benetzung der oberen Elektrode 22

mit Flüssigmetall 8 sorgt. Weiterhin befinden sich sämtliche Verbindungskanäle 9 aller Zwischenwände 6 unterhalb des Flüssigkeitsspiegels 84, der im Bereich der Durchbrüche 26 der oberen Elektrode 22 verläuft.

- 5 Die vorliegende Erfindung ist nicht auf die vorstehend beschriebenen Ausführungsformen beschränkt, sondern umfaßt auch alle im Sinne der Erfindung gleichwirkenden Ausführungsformen. So stellt beispielsweise die Kenntnis des Innendruckes des über dem Flüssigmetall stehenden Mediums eine aussagekräftige Information über die Funktionssicherheit der Strombegrenzungseinrichtung dar. Dies läßt sich mit Vorteil durch eine ins Innere der Strombegrenzungseinrichtung reichende und von außen ablesbare Druckmeßeinrichtung realisieren, beispielsweise mit einem Membranmanometer, das seine Anzeige aus der im Inneren vorhandenen Druckenergie herleitet, oder mit einem Gasreibungsvakuummeter, welches über einen entsprechenden Meßkopf und
- 10 einem Anzeigegerät den Druck auf Wunsch angeben kann. Zur regelmäßigen Überwachung der Strombegrenzungseinrichtung ist es weiterhin von Vorteil, wenn qualitätsverschlechternde Veränderungen des Flüssigmetalls, beispielsweise durch verunreinigende bzw. verschleißende thermische und/oder chemische Zersetzungsprodukte bzw. Verunreinigungen, durch eine ins Innere
- 15 der Strombegrenzungseinrichtung reichende Diagnoseöffnung, beispielsweise für eine entsprechende Diagnosesonde oder eine absaugende Probeentnahmevorrichtung, kontrolliert werden können.
- 20



Ac

Patentansprüche

1. Selbsterholende Strombegrenzungseinrichtung mit Flüssigmetall, enthal-
tend zwei bezüglich der Längsachse (3) der Strombegrenzungseinrichtung
5 (1; 2) rotationssymmetrische Elektroden (11, 12; 21, 22) aus Festmetall
zum Anschließen an einen zu schützenden Stromkreis und mehrere teil-
weise mit Flüssigmetall (8) aufgefüllte, zwischen den Elektroden (11, 12;
21, 22) hintereinander liegende Verdichterräume (4), die durch druckfeste
Isolierkörper (5, 7) und durch diese gehaltene isolierende Zwischenwände
10 (6) mit mehreren kreisförmig verteilten Verbindungskanälen (9) gebildet
werden, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Elektroden (11, 12; 21, 22)
mit den benachbarten Verdichterräumen (4) verbundene Hohlräume (14;
24, 25) aufweisen, die derart angeordnet sind, daß die Elektroden (11, 12;
21, 22) unabhängig von der Gebrauchslage ausreichend von dem Flüs-
sigmetall (8) benetzt sind.
15
2. Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeich-**
net, daß die Elektroden (11; 12) jeweils mit einem topfartigen Hohlraum
(14) ausgebildet sind, der konisch verengt in einen Durchbruch (16) zum
20 benachbarten Verdichterraum (4) übergeht.
3. Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeich-**
net, daß die Elektroden (21, 22) doppeltopfartig mit einem im wesentlichen
zylindrischen inneren Hohlraum (25) und einem gleichartigen äußeren
25 Hohlraum (24), der über konzentrisch angeordnete Durchbrüche (26) mit
dem zum benachbarten Verdichterraum (4) hin offenen inneren Hohlraum
(25) verbunden ist, ausgebildet sind.
4. Strombegrenzungseinrichtung nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeich-**
net, daß die Elektroden (21, 22) mit einem den jeweiligen äußeren Hohl-
raum (24) in zwei Teilräume (241, 242) aufteilenden flachen Anschlußleiter
30 (23), der über mindestens einem weiteren Durchbruch (28) die beiden
Teilräume (241, 242) verbindet, ausgebildet sind.

5. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Verbindungskanäle (9) benachbarter Zwischenwände (6) jeweils winkelfersetzt sind.
- 5 6. Strombegrenzungseinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, daß das Flüssigmetall (8) eine GaInSn-Legierung ist.

-2/3-

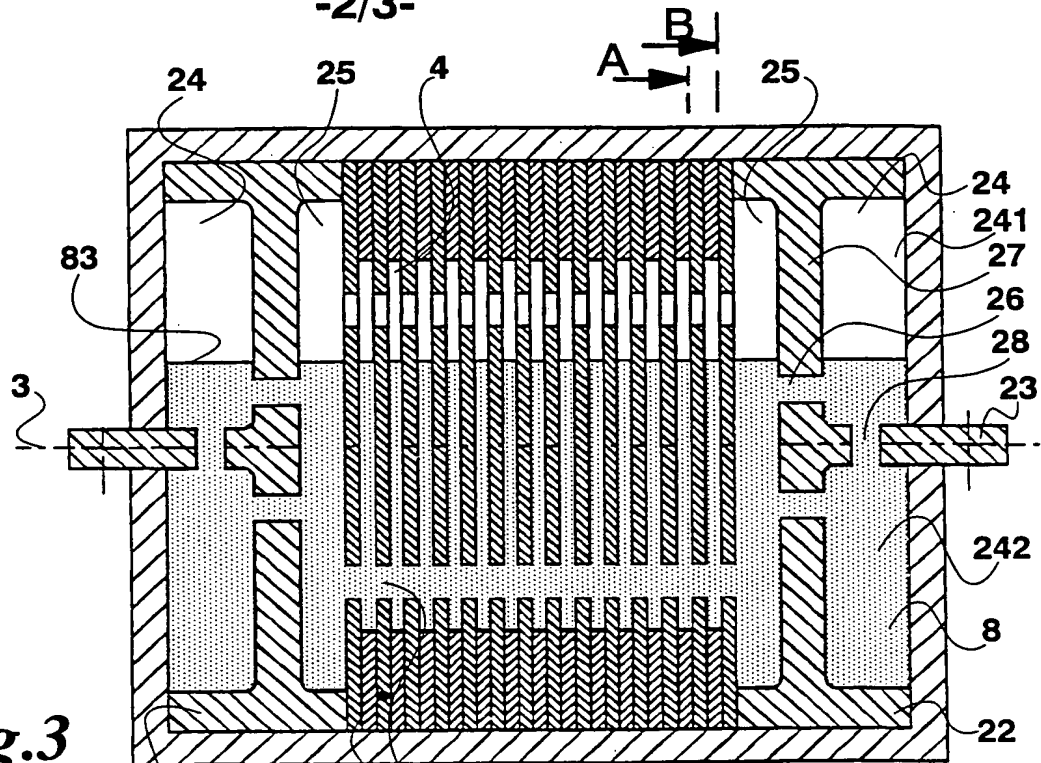


Fig. 3

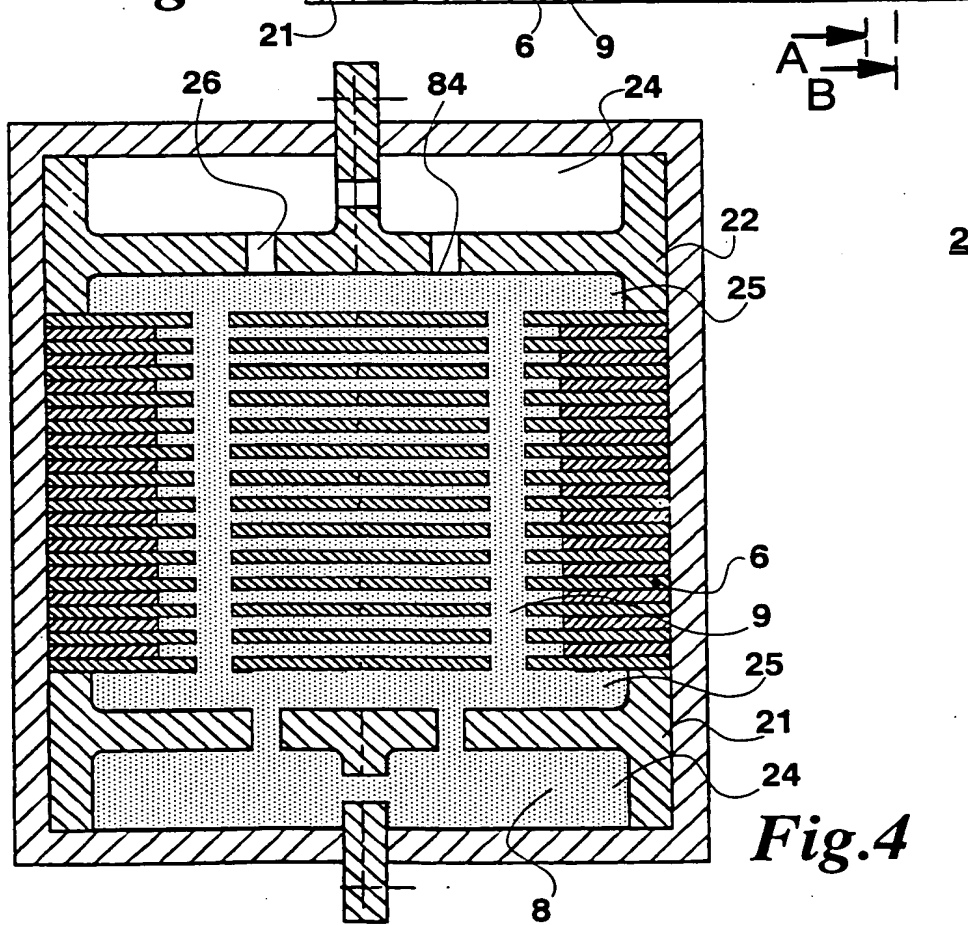
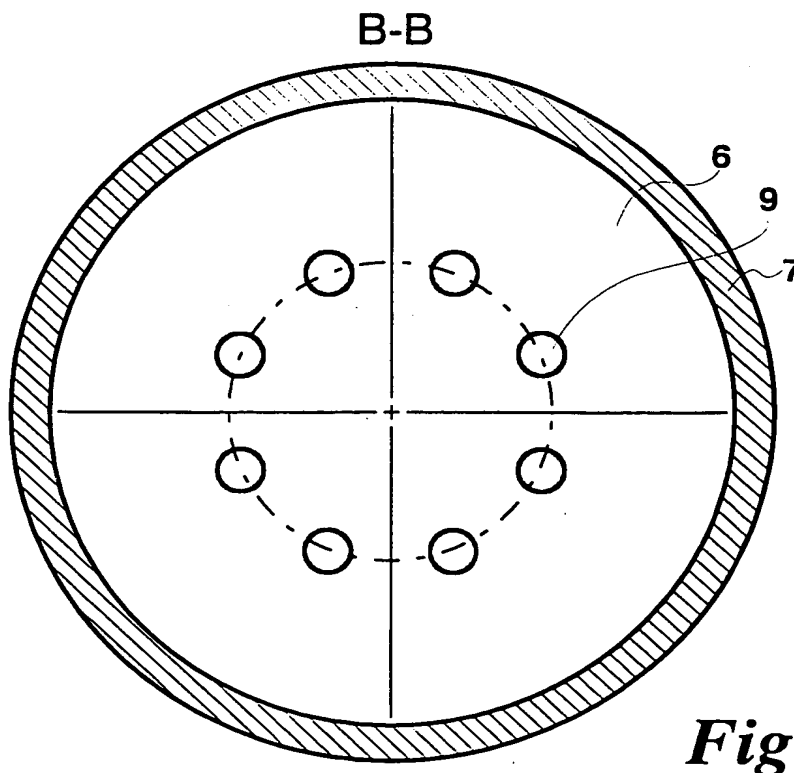
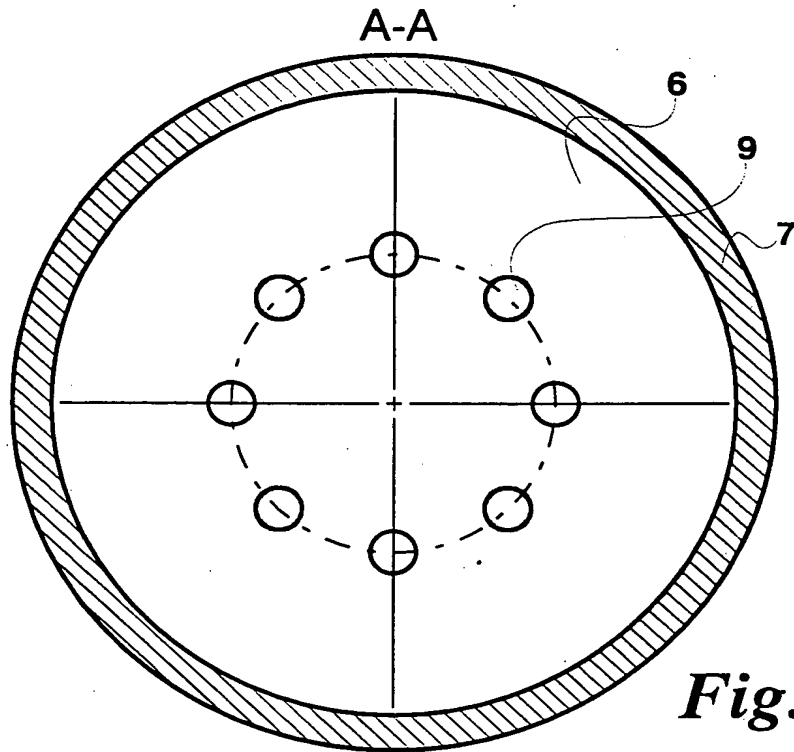


Fig. 4

-3/3-





7
6
5